

Solutionnaire du chapitre 5

1. Le courant moyen est

$$\begin{aligned} I &= \frac{Q}{\Delta t} \\ &= \frac{30C}{5s} \\ &= 6A \end{aligned}$$

2. On a

$$\begin{aligned} \frac{dQ}{dt} &= I \\ \frac{dQ}{dt} &= 3\frac{A}{s^2}t^2 + 8\frac{A}{s}t + 2A \\ dQ &= \left(3\frac{A}{s^2}t^2 + 8\frac{A}{s}t + 2A\right)dt \\ Q &= \int_{0s}^{5s} \left(3\frac{A}{s^2}t^2 + 8\frac{A}{s}t + 2A\right)dt \\ Q &= \left[1\frac{A}{s^2}t^3 + 4\frac{A}{s}t^2 + 2A \cdot t\right]_{0s}^{5s} \\ Q &= \left[1\frac{A}{s^2}(5s)^3 + 4\frac{A}{s}(5s)^2 + 2A \cdot 5s\right] - [0] \\ Q &= 235C \end{aligned}$$

3. On a

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

La charge qui entre dans le fil en 1 seconde est

$$\begin{aligned} 10A &= \frac{Q}{1s} \\ Q &= 10C \end{aligned}$$

Le nombre d'électrons que représente cette charge est

$$Q = Ne$$

$$10C = N \cdot 1,602 \times 10^{-19} C$$

$$N = 6,242 \times 10^{19}$$

4. Le champ électrique est

$$\begin{aligned} E &= \frac{\Delta V}{l} \\ &= \frac{40V}{10m} \\ &= 4 \frac{V}{m} \end{aligned}$$

5. On a

$$Q = I\Delta t$$

$$0,75Ah = 50 \times 10^{-3} A \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 15h$$

6. On a

$$I = nev_d A$$

$$5A = 2 \times 10^{28} m^{-3} \cdot 1,602 \times 10^{-19} C \cdot v_d \cdot \pi (0,001m)^2$$

$$v_d = 4,967 \times 10^{-4} \frac{m}{s}$$

7. a) Trouvons premièrement la densité d'électron libre de l'aluminium.

$$\begin{aligned} n &= \text{valence} \times \frac{\rho N_A}{M} \\ &= 3 \times \frac{2699 \frac{kg}{m^3} \cdot 6,02 \times 10^{23}}{0,026982 \frac{kg}{mol}} \\ &= 1,807 \times 10^{29} m^{-3} \end{aligned}$$

La vitesse de dérive est donc

$$I = nev_d A$$

$$0,05A = 1,807 \times 10^{29} m^{-3} \cdot 1,602 \times 10^{-19} C \cdot v_d \cdot \pi (0,0005m)^2$$

$$v_d = 2,199 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$$

b) Le temps est

$$\begin{aligned} t &= \frac{\text{distance}}{\text{vitesse}} \\ &= \frac{5m}{2,199 \times 10^{-6} \frac{m}{s}} \\ &= 2,274 \times 10^6 s \\ &= 26 \text{ jours } 7 \text{ heures } 40 \text{ minutes } 56 \text{ secondes} \end{aligned}$$

8. Si le fil a une longueur L , le temps est

$$\begin{aligned} t &= \frac{\text{distance}}{\text{vitesse}} \\ &= \frac{L}{v_d} \end{aligned}$$

La vitesse de dérive se trouve avec la formule suivante.

$$I = nev_d A$$

$$v_d = \frac{I}{neA}$$

Le temps est donc

$$\begin{aligned} t &= \frac{L}{v_d} \\ &= \frac{LneA}{I} \end{aligned}$$

Or, le volume du cylindre est $Vol = Ad$. On a donc

$$t = \frac{ne(vol)}{I}$$

Il y a un lien entre le volume du cylindre et la masse volumique ρ . Ce lien est

$$\rho = \frac{m}{vol}$$

Cela signifie que le volume est

$$vol = \frac{m}{\rho}$$

Le temps devient donc

$$\begin{aligned} t &= \frac{ne(vol)}{I} \\ &= \frac{nem}{I\rho} \end{aligned}$$

Finalement, la densité d'électron libre est

$$n = \text{valence} \times \frac{\rho N_A}{M}$$

Le temps est donc

$$\begin{aligned} t &= \text{valence} \times \frac{\rho N_A}{M} \frac{em}{I\rho} \\ &= \text{valence} \times \frac{N_A}{M} \frac{em}{I} \end{aligned}$$

En utilisant les valeurs, on obtient

$$\begin{aligned} t &= \text{valence} \times \frac{N_A}{M} \frac{em}{I} \\ &= 3 \times \frac{6,02 \times 10^{23}}{0,029982 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \frac{1,602 \times 10^{-19} \text{C} \cdot 0,004 \text{kg}}{8 \text{A}} \\ &= 4825 \text{s} \end{aligned}$$

9. La résistance est

$$\begin{aligned}\Delta V &= RI \\ 100V &= R \cdot 0,05A \\ R &= 2000\Omega\end{aligned}$$

10. a) La résistance est

$$\begin{aligned}R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 1,678 \times 10^{-8} \Omega m \frac{8m}{\pi (0,0005m)^2} \\ &= 0,1709\Omega\end{aligned}$$

b) Le courant est

$$\begin{aligned}\Delta V &= RI \\ 50V &= 0,1709\Omega \cdot I \\ I &= 292,5A\end{aligned}$$

11. Si les fils ont la même résistance, alors on a

$$\begin{aligned}R_1 &= R_2 \\ \rho_{Cu} \frac{l_1}{A_1} &= \rho_{Al} \frac{l_2}{A_2} \\ 1,678 \times 10^{-8} \Omega m \frac{10m}{\pi (0,001m)^2} &= 2,650 \times 10^{-8} \Omega m \frac{50m}{\pi r_2^2} \\ 1,678 \cdot \frac{10}{(0,001m)^2} &= 2,650 \cdot \frac{50}{r_2^2} \\ r_2 &= 2,81 \times 10^{-3} m \\ r_2 &= 2,81 mm \\ d_2 &= 2 \times 2,81 mm \\ d_2 &= 5,62 mm\end{aligned}$$

12. On a

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$559\Omega = \rho \frac{100m}{\pi(0,00005m)^2}$$

$$\rho = 4,39 \times 10^{-8} \Omega m$$

Selon le tableau, ce fil est fait de magnésium.

13. Trouvons la résistivité avec les données du premier fil.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$5\Omega = \rho \frac{40m}{\pi(0,0005m)^2}$$

$$\rho = 9,817 \times 10^{-8} \Omega m$$

La résistance du deuxième fil est donc

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$= 9,817 \times 10^{-8} \Omega m \cdot \frac{60m}{\pi(0,0001m)^2}$$

$$= 187,5\Omega$$

14. La résistance est

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$= 20,8 \times 10^{-8} \Omega m \frac{0,1m}{0,03m \cdot 0,04m}$$

$$= 1,733 \times 10^{-5} \Omega$$

15. L'aire du bout de cet objet consiste en la moitié de l'aire d'un cercle de 20 cm de rayon à laquelle on soustrait la moitié de l'aire d'un cercle de 18 cm de rayon.

$$A = \frac{1}{2}\pi(0,2m)^2 - \frac{1}{2}\pi(0,18m)^2$$

$$= 0,01194m^2$$

La résistance est donc

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$= 10,5 \times 10^{-8} \Omega m \frac{1m}{0,01194m^2}$$

$$= 8,795 \times 10^{-6} \Omega$$

16. La puissance est

$$P = RI^2$$

$$= 100\Omega \cdot (8A)^2$$

$$= 6400W$$

17. Le courant est

$$P = I \cdot \Delta V$$

$$60W = I \cdot 12V$$

$$I = 5A$$

On a donc

$$Q = I\Delta t$$

$$80Ah = 5A \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 16h$$

18. La résistance du fil est

$$\begin{aligned}
 R &= \rho \frac{l}{A} \\
 &= 1,678 \times 10^{-8} \Omega m \frac{10m}{\pi (0,0001m)^2} \\
 &= 5,341 \Omega
 \end{aligned}$$

La puissance dissipée est donc

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\Delta V^2}{R} \\
 &= \frac{(120V)^2}{5,341 \Omega} \\
 &= 2696W
 \end{aligned}$$

19. La puissance dissipée en chaleur est

$$P_R = RI^2 = 4000\Omega \cdot (0,5A)^2 = 1000W$$

On doit donc avoir

$$1000W = \sigma A (T^4 - T_0^4)$$

On doit donc maintenant trouver l'aire de cet objet. On va négliger les bouts de la résistance. Le côté de la résistance a une aire de

$$\begin{aligned}
 A &= (2\pi r)L \\
 &= (2\pi \cdot 0,2m) \cdot 2m \\
 &= 2,513m^2
 \end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}
 1000W &= \sigma A (T^4 - T_0^4) \\
 100W &= 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2K^4} \cdot 2,513m^2 (T^4 - (293K)^4) \\
 T &= 346K \\
 T &= 73^\circ C
 \end{aligned}$$

20. La puissance dissipée en chaleur est

$$\begin{aligned} P &= RI^2 \\ &= 250\Omega \cdot (4A)^2 \\ &= 4000W \end{aligned}$$

L'énergie nécessaire pour chauffer l'eau est

$$\begin{aligned} E &= 4190 \frac{J}{^\circ C} \cdot 2,5l \cdot 60^\circ C \\ &= 628\,500J \end{aligned}$$

Le temps est donc

$$\begin{aligned} E &= P\Delta t \\ 628\,500J &= 4000W \cdot \Delta t \\ \Delta t &= 157,1s \end{aligned}$$

21. La puissance fournie par la borne est

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ &= 16A \cdot 120V \\ &= 1920W \end{aligned}$$

Le temps de recharge est donc

$$\begin{aligned} E &= P\Delta t \\ 16kWh &= 1,92kW \cdot \Delta t \\ \Delta t &= 8,33h \end{aligned}$$

22. La résistance est

$$\begin{aligned} R &= R_0 (1 + \alpha(T - T_0)) \\ &= 10\Omega \cdot (1 + 0,0039^\circ C^{-1} \cdot (80^\circ C - 20^\circ C)) \\ &= 12,34\Omega \end{aligned}$$

23. On a

$$R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$$

$$18,2\Omega = 20\Omega \cdot (1 + 0,0045^\circ\text{C}^{-1} \cdot (T - 30^\circ\text{C}))$$

$$T = 10^\circ\text{C}$$

24. Trouvons la valeur de α avec les données à 0°C et 40°C . On a

$$R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$$

$$12\Omega = 10\Omega \cdot (1 + \alpha \cdot (40^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}))$$

$$\alpha = 0,005\text{K}^{-1}$$

On peut maintenant trouver la résistance à 100°C .

$$R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$$

$$= 10\Omega \cdot (1 + 0,005^\circ\text{C}^{-1} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}))$$

$$= 15\Omega$$

25. À 20°C , on a

$$P_0 = \frac{\Delta V^2}{R_0}$$

À la nouvelle température, on a

$$P = \frac{\Delta V^2}{R}$$

Puisqu'on veut que $P = 1,25 P_0$, on a

$$P = 1,25 P_0$$

$$\frac{\Delta V^2}{R} = 1,25 \frac{\Delta V^2}{R_0}$$

$$\frac{1}{R} = 1,25 \frac{1}{R_0}$$

$$R_0 = 1,25 R$$

On a donc

$$R = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

$$R = 1,25R \cdot (1 + 0,0050^\circ\text{C}^{-1} \cdot (T - 20^\circ\text{C}))$$

$$1 = 1,25 \cdot (1 + 0,0050^\circ\text{C}^{-1} \cdot (T - 20^\circ\text{C}))$$

$$T = -20^\circ\text{C}$$